

氏 名	木合达斯 阿布都熱西提
学位の種類	博士（工学）
学位記番号	第 5491 号
学位授与年月日	平成 22 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項
学位論文名	都市ごみ焼却飛灰セメント固化物からの重金属の溶出特性と中性化処理による重金属溶出量の低減に関する研究
論文審査委員	主 査 教 授 貫 上 佳 則                      副 査 教 授 矢 持 進 副 査 教 授 圓 藤 紀 代 司

### 論 文 内 容 の 要 旨

都市ごみ焼却処理時に排出される飛灰は、埋立処分する前に含有する有害物質の安定化処理が不可欠であり、簡便性やコストの面からセメントや不溶化剤を用いた固化処理が行われている。しかし、強アルカリ性を呈するセメントで処理することで、鉛などの重金属が溶出しやすくなることが懸念されている。そのため、固化物からの重金属溶出量を抑制するとともに、埋立処分場内で重金属を不溶化したり捕捉したりして、長期にわたって処分場から発生する浸出水中の重金属濃度を低減することが望まれている。

そこで本研究では、埋立処分場から発生する浸出汚水中の重金属濃度を低減することを目的に、都市ごみ焼却飛灰セメント固化物（以下、固化物）からの重金属の短期溶出特性と長期間の溶出特性を把握するとともに、処分場内部における重金属イオンと土壌フミン酸との吸着特性について把握した。また、二酸化炭素を用いた固化物の中性化処理による重金属の溶出抑制効果について検討した。

まず第 1 章で研究の背景と目的を述べた。第 2 章では、固化物からの重金属の短期溶出特性を把握するために、3 種類の固化物に対して 2 種類の溶出試験を行うとともに、逐次抽出試験を実施して固化物中の重金属の化学形態を推定し、溶出特性との関連性について考察した。

第 3 章では、固化物に対してタンクリーチ試験を行い、長期間にわたる固化物表面からの重金属の溶出挙動を推定するとともに、長期にわたる重金属の累積溶出量を予測した。

第 4 章では、固化物から溶出した重金属イオンが、埋め立て層内の土壌由来のフミン酸に吸着して移動する形態の重金属量を把握し、重金属の吸着特性とフミン酸の分子量との関係を把握するために、ゲルろ過クロマトグラフィーによる分子量分画を行った。さらに、重金属の吸着特性に大きく関与する各フミン酸の官能基含有量を分析し、重金属の吸着特性との関係を把握した。

第 5 章では、固化物からの重金属溶出量を抑制するために、強アルカリ性を呈する固化物に対して二酸化炭素による中性化処理を行う際の、固化物の中性化処理の状態を判定する試験方法を開発し、固化物表面から二酸化炭素が浸透する深さと処理条件との関係を把握した。

第 6 章では、二酸化炭素を用いた中性化処理による固化物からの重金属溶出量の抑制効果を把握するため、第 5 章で見出した処理条件で中性化した固化物に対して 2 種類の溶出試験と逐次抽出試験、およびタンクリーチ試験を実施し、中性化処理の効果を把握した。

最後の第 7 章では、第 2 章から第 6 章で得られた結論をまとめた。

### 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

都市ごみ焼却処理で発生する飛灰は重金属やダイオキシン類などの有害物質を多く含むため、これらの有害物質が溶出しないようにセメントや不溶化剤を用いた固化処理が広く用いられている。しかし、鉛や亜鉛などの両性金属は強アルカリ性で溶出しやすいことから、飛灰セメント固化物の埋立処分場から長期間にわたってこれらの重金属が溶出することが懸念されている。そのため、固化物から

溶出する重金属量と、溶出した重金属の埋立処分場の内部での挙動を把握するとともに、埋立処分場で発生する浸出水中の重金属濃度を低減することが望まれている。

そこで本研究の著者は、都市ごみ焼却施設から採取した 3 種類の飛灰セメント固化物を対象として、2 種類の溶出試験を用いて固化物からの重金属溶出特性を調べるとともに、逐次抽出試験によって固化物中に含まれる重金属の化学形態を推定している。また、長期間にわたる溶出量を求めるために実施した拡散溶出試験から、固化物の内部から表面に重金属が移動する際の拡散係数を求め、100 年間の累積重金属溶出量を推定している。次に、埋立処分場の土壌由来の有機物であるフミン酸と、固化物から溶出した重金属イオンとの相互作用を把握するため、ゲルろ過クロマトグラフィーによる分子量分画を行い、各画分の重金属濃度を測定している。これらの結果から、重金属が吸着したフミン酸の分子量と重金属吸着量の分布を調べるとともに、フミン酸の酸性官能基の量と重金属吸着量との間に正の相関関係を見出している。さらに、固化物からの重金属溶出量を低減するために、強アルカリ性の固化物を二酸化炭素で中性化することを検討している。そして、pH 指示薬を用いることで、固化物の中心まで完全に中性化できる二酸化炭素暴露条件を見出し、拡散溶出試験と逐次抽出試験の結果から、中性化処理で重金属の累積溶出量が低減し、重金属が溶出しにくい形態に変化したことを確認している。このとき、二酸化炭素による反応が進みすぎると逆効果となるため、中性化処理条件の制御も重要であることも指摘している。

以上のように、本論文は都市ごみ焼却飛灰のセメント固化物からの重金属溶出特性を把握し、埋立処分場内を想定した土壌フミン酸への重金属の吸着量分布を調べる手法を提示するとともに、二酸化炭素を用いた中性化処理による重金属抑制効果を明らかにしている。これらの知見は、より安全な廃棄物処理技術を提示し、埋立処分場の周辺環境を保全する上で極めて有用であり、廃棄物処理工学の発展に寄与するところが大きい。よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与される資格があるものと認める。